

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Auteur collectif - Revue
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1949-2003
Collation	167 vol.
Nombre de volumes	167
Cote	INDNAT
Sujet(s)	Industrie
Note	Numérisation effectuée grâce au prêt de la collection complète accordé par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (S.E.I.N.)
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039224155
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT
LISTE DES VOLUMES	
	1949, n° 1 (janv.-mars)
	1949, n° 2 (avril-juin)
	1949, n° 3 (juil.-sept.)
	1949, n° 4 (oct.-déc.)
	1949, n° 4 bis
	1950, n° 1 (janv.-mars)
	1950, n° 2 (avril-juin)
	1950, n° 3 (juil.-sept.)
	1950, n° 4 bis
	1951, n° 1 (janv.-mars)
	1951, n° 2 (avril-juin)
	1951, n° 3 (juil.-sept.)
	1951, n° 4 (oct.-déc.)
	1952, n° 1 (janv.-mars)
	1952, n° 2 (avril-juin)
	1952, n° 3 (juil.-sept.)
	1952, n° 4 (oct.-déc.)
	1952, n° spécial
	1953, n° 1 (janv.-mars)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	1953, n° 2 (avril-juin)
	1953, n° 3 (juil.-sept.)
	1953, n° 4 (oct.-déc.)
	1953, n° spécial
	1954, n° 1 (janv.-mars)
	1954, n° 2 (avril-juin)
	1954, n° 3 (juil.-sept.)
	1954, n° 4 (oct.-déc.)
	1955, n° 1 (janv.-mars)

	1955, n° 2 (avril-juin)
	1955, n° 3 (juil.-sept.)
	1955, n° 4 (oct.-déc.)
	1956, n° 1 (janv.-mars)
	1956, n° 2 (avril-juin)
	1956, n° 3 (juil.-sept.)
	1956, n° 4 (oct.-déc.)
	1957, n° 2 (avril-juin)
	1957, n° 3 (juil.-sept.)
	1957, n° 4 (oct.-déc.)
	1957, n° spécial (1956-1957)
	1958, n° 1 (janv.-mars)
	1958, n° 2 (avril-juin)
	1958 n° 3 (juil.-sept.)
	1958, n° 4 (oct.-déc.)
	1959, n° 1 (janv.-mars)
	1959, n° 2 (avril-juin)
	1959 n° 3 (juil.-sept.)
	1959, n° 4 (oct.-déc.)
	1960, n° 1 (janv.-mars)
	1960, n° 2 (avril-juin)
	1960, n° 3 (juil.-sept.)
	1960, n° 4 (oct.-déc.)
	1961, n° 1 (janv.-mars)
	1961, n° 2 (avril-juin)
	1961, n° 3 (juil.-sept.)
	1961, n° 4 (oct.-déc.)
	1962, n° 1 (janv.-mars)
	1962, n° 2 (avril-juin)
	1962, n° 3 (juil.-sept.)
	1962, n° 4 (oct.-déc.)
	1963, n° 1 (janv.-mars)
	1963, n° 2 (avril-juin)
	1963, n° 3 (juil.-sept.)
	1963, n° 4 (oct.-déc.)
	1964, n° 1 (janv.-mars)
	1964, n° 2 (avril-juin)
	1964, n° 3 (juil.-sept.)
	1964, n° 4 (oct.-déc.)
	1965, n° 1 (janv.-mars)
	1965, n° 2 (avril-juin)
	1965, n° 3 (juil.-sept.)
	1965, n° 4 (oct.-déc.)
	1966, n° 1 (janv.-mars)
	1966, n° 2 (avril-juin)
	1966, n° 3 (juil.-sept.)
	1966, n° 4 (oct.-déc.)
	1967, n° 1 (janv.-mars)
	1967, n° 2 (avril-juin)
	1967, n° 3 (juil.-sept.)

	1967, n° 4 (oct.-déc.)
	1968, n° 1
	1968, n° 2
	1968, n° 3
	1968, n° 4
	1969, n° 1 (janv.-mars)
	1969, n° 2
	1969, n° 3
	1969, n° 4
	1970, n° 1
	1970, n° 2
	1970, n° 3
	1970, n° 4
	1971, n° 1
	1971, n° 2
	1971, n° 4
	1972, n° 1
	1972, n° 2
	1972, n° 3
	1972, n° 4
	1973, n° 1
	1973, n° 2
	1973, n° 3
	1973, n° 4
	1974, n° 1
	1974, n° 2
	1974, n° 3
	1974, n° 4
	1975, n° 1
	1975, n° 2
	1975, n° 3
	1975, n° 4
	1976, n° 1
	1976, n° 2
	1976, n° 3
	1976, n° 4
	1977, n° 1
	1977, n° 2
	1977, n° 3
	1977, n° 4
	1978, n° 1
	1978, n° 2
	1978, n° 3
	1978, n° 4
	1979, n° 1
	1979, n° 2
	1979, n° 3
	1979, n° 4
	1980, n° 1
	1982, n° spécial

	1983, n° 1
	1983, n° 3-4
	1983, n° 3-4
	1984, n° 1 (1er semestre)
	1984, n° 2
	1985, n° 1
	1985, n° 2
	1986, n° 1
	1986, n° 2
	1987, n° 1
	1987, n° 2
	1988, n° 1
	1988, n° 2
	1989
	1990
	1991
	1992
	1993, n° 1 (1er semestre)
	1993, n° 2 (2eme semestre)
	1994, n° 1 (1er semestre)
	1994, n° 2 (2eme semestre)
	1995, n° 1 (1er semestre)
	1995, n° 2 (2eme semestre)
	1996, n° 1 (1er semestre)
	1997, n° 1 (1er semestre)
	1997, n°2 (2e semestre) + 1998, n°1 (1er semestre)
	1998, n° 4 (4e trimestre)
	1999, n° 2 (2e trimestre)
	1999, n° 3 (3e trimestre)
	1999, n° 4 (4e trimestre)
	2000, n° 1 (1er trimestre)
	2000, n° 2 (2e trimestre)
	2000, n° 3 (3e trimestre)
	2000, n° 4 (4e trimestre)
	2001, n° 1 (1er trimestre)
	2001, n° 2-3 (2e et 3e trimestres)
	2001, n°4 (4e trimestre) et 2002, n°1 (1er trimestre)
	2002, n° 2 (décembre)
	2003 (décembre)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	L'Industrie nationale : comptes rendus et conférences de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale
Volume	1953, n° 2 (avril-juin)
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1953

Collation	1 vol. (p. [21]-36) : ill. ; 27 cm
Nombre de vues	30
Cote	INDNAT (21)
Sujet(s)	Industrie
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	03/09/2025
Date de génération du PDF	08/09/2025
Recherche plein texte	Non disponible
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?INDNAT.21

Note d'introduction à [l'Industrie nationale \(1947-2003\)](#)

[L'Industrie nationale](#) prend, de 1947 à 2003, la suite du [Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale](#), publié de 1802 à 1943 et que l'on trouve également numérisé sur le CNUM. Cette notice est destinée à donner un éclairage sur sa création et son évolution ; pour la présentation générale de la Société d'encouragement, on se reporterà à la [notice publiée en 2012 : « Pour en savoir plus »](#)

[Une publication indispensable pour une société savante](#)

La Société, aux lendemains du conflit, fait paraître dans un premier temps, en 1948, des [Comptes rendus de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale](#), publication trimestrielle de petit format résumant ses activités durant l'année sociale 1947-1948. À partir du premier trimestre 1949, elle lance une publication plus complète sous le titre de [L'Industrie nationale. Mémoires et comptes rendus de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale](#).

Cette publication est différente de l'ancien [Bulletin](#) par son format, sa disposition et sa périodicité, trimestrielle là où ce dernier était publié en cahiers mensuels (sauf dans ses dernières années). Elle est surtout moins diversifiée, se limitant à des textes de conférences et à des rapports plus ou moins développés sur les remises de récompenses de la Société.

[Une publication qui reflète les ambitions comme les aléas de la Société d'encouragement](#)

À partir de sa création et jusqu'au début des années 1980, [L'Industrie nationale](#) ambitionne d'être une revue de référence abondant, dans une sélection des conférences qu'elle organise — entre 8 et 10 publiées annuellement —, des thèmes extrêmement divers, allant de la mécanique à la biologie et aux questions commerciales, en passant par la chimie, les différents domaines de la physique ou l'agriculture, mettant l'accent sur de grandes avancées ou de grandes réalisations. Elle bénéficie d'ailleurs entre 1954 et 1966 d'une subvention du CNRS qui témoigne de son importance.

À partir du début des années 1980, pour diverses raisons associées, problèmes financiers, perte de son rayonnement, fin des conférences, remise en question du modèle industriel sur lequel se fondait l'activité de la Société, [L'Industrie nationale](#) devient un organe de communication interne, rendant compte des réunions, publient les rapports sur les récompenses ainsi que quelques articles à caractère rétrospectif ou historique.

La publication disparaît logiquement en 2003 pour être remplacée par un site Internet de même nom, complété par la suite par une lettre d'information.

Commission d'histoire de la Société d'Encouragement,

Juillet 2025.

Bibliographie

Daniel Blouin, Gérard Emtoz, [« 220 ans de la Société d'encouragement »](#), Histoire et Innovation, le carnet de recherche de la commission d'histoire de la Société d'encouragement, en ligne le 25 octobre 2023.

Gérard EMTOZ, [« Les parcours des présidents de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale des années 1920 à nos jours. Deuxième partie : de la Libération à nos jours »](#), Histoire et Innovation, carnet de recherche de la commission d'histoire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, en ligne le 26 octobre 2024.

S.E.I.N.
Bibliothèque

L'INDUSTRIE NATIONALE

COMPTES RENDUS ET CONFÉRENCES
DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉS AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1953
N° 2

L'INDUSTRIE NATIONALE

COMPTES RENDUS ET CONFÉRENCES
DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

publiés sous la direction de **M. Albert CAQUOT**, Membre de l'Institut, Président,
avec le concours de la Commission des Publications
et du Secrétariat de la Société

N° 2 : AVRIL-JUIN 1953

SOMMAIRE

LES TURBINES A GAZ DE FAIBLE PUISSANCE, par M. J. SZYDLOWSKI . . 22

• 44, rue de Rennes, PARIS 6^e (LIT 55-61)
Publication trimestrielle

LES TURBINES A GAZ DE FAIBLE PUISSEANCE⁽¹⁾

par M. J. SZYDŁOWSKI,
Président Directeur Général de la Société « TURBOMECA ».

Trois ans se sont écoulés depuis le jour où, chargé par le Ministère de l'Air Français de développer une petite turbine à gaz de 80 CV pour entraîner les alternateurs à bord des avions, nous avons réussi les premiers essais de réception de cette machine.

Depuis ce moment, avec l'aide du Ministère de l'Air et grâce aux efforts permanents de tous et particulièrement des métallurgistes français, nous avons pu réaliser 120 turbines de 14 types différents, représentant un équivalent de puissance de 58 000 CV. Sur ces différentes machines 13 000 h d'essais, de mise au point et d'endurance ont été effectuées et actuellement 25 d'entre elles sont parties à l'étranger : aux U. S. A., en Angleterre, Italie et Suisse.

Me basant sur ces expériences, et je regrette de ne pas connaître celles de nos concurrents, je crois que le moment est venu de montrer tout l'intérêt de cette nouvelle machine thermique. Ses qualités et ses possibilités dépassent de loin ce que nous avions supposé il y a seulement deux ans. Dans la situation actuelle de la France cette machine devra permettre de résoudre bien des problèmes en économisant à la fois la matière première et les heures de fabrication.

Comme nous allons le voir, les applications possibles de la turbine à gaz sont immenses. Cette machine n'est pas encore parfaite et ne le sera que lorsque des milliers de têtes se seront penchées sur les problèmes encore à résoudre. Si son rendement thermique est encore relativement bas, son rendement économique total l'emporte dès maintenant sur les solutions orthodoxes pour de nombreuses applications et l'avenir ramènera son rendement thermique à la valeur des concurrentes.

Avant d'étudier les différentes sortes de machines dérivées de la turbine à gaz, quelques chiffres sont nécessaires pour situer la technique actuelle. Dans la machine la plus

simple, le réacteur pur, les gaz sortent à une vitesse de 500 m/s environ ce qui donne une poussée de 50 kg pour 1 kg d'air de débit, soit un équivalent de puissance théorique de 170 CV pour un poids de 16 kg, une consommation de 56 kg de kérosène à l'heure, un diamètre extérieur de 200 m/m. Ainsi, partout où l'on recherche la puissance massique, la turbine à gaz l'emporte de loin sur les autres machines. En plus de cette concentration de puissance, parmi les avantages de la turbine, nous relevons encore :

— la possibilité de démarrage instantané dans toutes les conditions de température (nous avons démarré facilement une turbine dans une atmosphère à — 50° C).

— La possibilité d'avoir la puissance maxi quelques secondes après mise en route.

— L'absence totale de vibrations.

— L'entretien presque nul — et la consommation d'huile insignifiante.

— La constance des performances — pas d'usure puisqu'il n'y a aucun frottement.

— Par suite du faible poids, manutention et installation faciles d'où bâti-moteur plus léger ainsi que l'ensemble de la machine entraînée — d'où, dans tous les domaines, gain de poids, donc de prix et économie dans les heures de fabrication.

J'ajoute que notre chambre de combustion s'accorde fort bien de tous les combustibles liquides et gazeux. Nous avons même réussi à faire brûler du pétrole brut simplement réchauffé pour diminuer sa viscosité et filtré pour retenir les particules de terre.

C'est à cause de leur puissance spécifique, première qualité des turbines, que celles-ci se sont imposées pour la propulsion des avions rapides, surtout les chasseurs. Les autres qualités ne se sont révélées qu'à l'usage et actuellement, même les gros transports et les bombardiers commencent d'utiliser les turbines sous la forme réacteur pur qui est pour-

(1) Conférence faite le 6 mars 1952 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

L'Industrie nationale. — Avril-juin 1953.

tant la forme donnant théoriquement le moins bon rendement de propulsion pour les vitesses envisagées.

Pourquoi cet abandon quasi total du moteur à piston ou même des autres modes de propulsion par réaction, comme le turbo-propulseur qui, à priori, pourrait sembler plus adapté aux longues distances?

Même en aviation, où l'idée maîtresse est pourtant le poids, la consommation spécifique passe maintenant après d'autres considérations. — *Le Comet*, l'avion de transport rapide le plus moderne utilise des réacteurs purs et les bombardiers rapides à grands rayons d'actions seront équipés uniquement de réacteurs purs.

Cette faveur du réacteur pur vient de la grande simplicité relative de cette machine et, de plus, son faible maître-couple offre pour les grandes vitesses de gros avantages de logement et d'accessibilité : un compresseur, une turbine accouplés sur le même arbre reposant sur deux roulements et une chambre de combustion constituent les pièces essentielles de cette machine.

Le développement de la turbine à gaz, commencé il y a un peu plus de dix ans, s'est fait à la fois avec beaucoup d'espoir et aussi avec un certain manque de confiance par suite, d'une part, des avantages que l'on savait pouvoir tirer de la turbine et, d'autre part, des difficultés qu'allait présenter ce développement.

Les plus gros moteurs à piston d'aviation réalisés actuellement ne dépassent pas 4 000 CV. C'est la limite actuelle par suite des difficultés de refroidissement, du grand nombre des cylindres, des vibrations et des difficultés mécaniques. Par contre, les puissances des turbines n'ont pas de limite et en plus de ses avantages propres la turbine voit son rendement augmenter avec les grandes vitesses et l'altitude alors que le rendement de l'hélice diminue fortement.

En comparaison avec la turbine à vapeur, la turbine à gaz est d'une extrême simplicité. La suppression de l'ensemble de l'installation de chaudière avec surchauffeur, de chauffage préalable de l'air, du dispositif d'alimentation de la chaudière, du condenseur, permet un prix de revient beaucoup plus bas, un fonctionnement plus souple, et, sous la forme de turbine motrice, elle offre pour la traction

des avantages séduisants par sa forme de couple.

Pour améliorer le rendement thermique, le gain possible est surtout dans l'augmentation du rapport de pression qui est d'autant plus intéressant que les rendements partiels sont meilleurs et que la température devant turbine est plus élevée. L'échangeur de température permet également d'abaisser la consommation spécifique dans des proportions importantes et la combinaison des deux : haut rapport de pression — 6 à 7 — et échangeur permet théoriquement d'arriver au rendement des Diesels.

Avant de passer en revue les différentes applications possibles des turbines, je voudrais vous présenter l'histoire de nos machines et vous expliquer leur fonctionnement. Elles sont toutes construites suivant la même technique.

La figure 1⁽¹⁾ représente notre première turbine à gaz de 80 CV avec son ensemble tournant. Le compresseur centrifuge se compose du rouet et de la roue d'entrée. La turbine comporte deux étages. Dans les premières versions, les pales qui étaient soudées au disque par rapprochement étaient percées de trous d'allégement, diminuant les contraintes du disque. Par la suite, les pales furent taillées dans la masse.

La coupe de la figure 2 de la même machine montre le compresseur, la chambre de combustion annulaire, la bougie de départ, l'injection rotative de l'essence qui arrive en bout d'arbre par un gicleur et qui est ensuite centrifugée dans la chambre, ce qui donne une répartition absolument uniforme. La turbine a deux étages et deux distributeurs. Le premier distributeur de turbine est creux ; une partie de l'air primaire le refroidit au passage puis vient dans la chambre de combustion pour rencontrer l'essence à quelques centimètres de la roue d'injection. L'air secondaire arrive par des trous et des tubes et abaisse la température à la valeur demandée.

Le palier arrière est tenu par trois bras tangentiels qui peuvent ainsi se dilater tout en gardant un parfait centrage de palier. Une circulation d'air forcée refroidit énergiquement l'ensemble. Celui-ci de notre fabrication est à rouleaux pour permettre la dilatation axiale et le roulement avant à

(1) Voir les figures à la fin du texte.

billes sert à encaisser la poussée résiduelle.

Pour la vitesse normale de 36 000 t/mn, le rotor a une vitesse périphérique de 450 m/s et les turbines de 400 m/s. Pour la puissance de 300 CV le débit d'air qui traverse la turbine est de 2 kg/s environ.

Le carter avant contient le réducteur, ramenant la vitesse à 6 000 tours ou à 12 000 tours suivant les versions. D'autres engrenages entraînent les trois pompes à huile, la pompe à essence, le régulateur centrifuge et le démarreur électrique de 2 CV.

Pour le démarrage, celui-ci entraîne l'ensemble jusqu'à 10 000 tours, vitesse à laquelle la chambre s'allume et la turbine devient autonome. L'entrée d'air est annulaire et la sortie des gaz se fait axiale par un diffuseur ramenant la vitesse à 100 m/s. A 300 CV, la consommation spécifique est inférieure à 420 g/CVh.

Sur la figure 3, on a représenté en traits pleins la puissance sur l'arbre en fonction de la vitesse de rotation pour plusieurs valeurs de la température devant la turbine. En pointillé, les courbes d'isoconsommation spécifique. Actuellement, la température maximum admissible devant turbine est de 830° C.

En partant de cette machine et en supprimant un étage de turbine, nous avons obtenu un réacteur (fig. 4). Pour avoir une meilleure récupération de l'énergie dynamique due à la vitesse d'avancement, l'entrée de l'air est axiale et les accessoires, pompes et régulateur sont dans le capotage intérieur. Le reste de la machine est de construction identique à celle de la turbine.

Dérivée de la machine précédente, la turbine motrice (fig. 5) particulièrement apte à la traction, se compose à l'avant d'un réacteur servant de générateur de gaz et d'une turbine liée à l'arbre moteur par l'intermédiaire d'un réducteur, qui ramène la vitesse de 30 000 tours à celle d'utilisation.

Pour cette version la turbine motrice (fig. 6) a un carter d'entrée d'air à deux ouïes latérales, le réducteur est épicycloïdal et l'arbre de sortie tourne à 3 500 tours.

Les courbes de puissance de la turbine motrice (fig. 7) sont très plates et les courbes de couple presque rectilignes, avec un rapport de 1 à 3 entre la vitesse maxi et 0.

Le démarrage de cette turbine se fait

comme pour un réacteur. Le démarreur électrique entraîne la partie avant jusqu'à sa vitesse d'allumage, la partie arrière étant bloquée. Lorsque la vitesse du générateur avant augmente, le couple fourni à la turbine motrice augmente également et, lorsqu'il devient supérieur au couple résistant, la turbine commence lentement à tourner jusqu'à ce que les couples s'égalisent.

La chambre de combustion annulaire permettant de grandes charges spécifiques est construite en acier réfractaire. La flamme s'établit près de la roue d'injection qui pulvérise l'essence contre une tôle de turbulence par les fentes de laquelle arrive l'air primaire. L'air secondaire est amené par plusieurs séries de trous et de tubes donnant ainsi une répartition correcte de la température à la sortie de la chambre.

Le système d'injection rotative que nous avons développé apporte une simplification supplémentaire par la suppression des pompes à combustible à grandes pressions et des injecteurs qui peuvent être une source d'ennui. Cette injection rotative combinée avec une chambre de combustion annulaire permet des valeurs élevées pour la charge de la chambre de l'ordre de 300 millions de kilos calories par mètre cube-d'heure et un temps de séjour de 2,6 millièmes de seconde, ce qui permet une diminution du volume relatif de celle-ci. La répartition correcte des températures à la sortie de nos turbines nous a montré que le fonctionnement de la chambre est parfait à tous les régimes.

La pénurie croissante des matériaux bruts et usinés oblige à éviter tout gaspillage de matière première et de main-d'œuvre. Or, actuellement, le poids de nos turbines à gaz est le 1/100^e de celui d'un moteur à gaz de même puissance. C'est grâce à l'augmentation de la vitesse de rotation qu'un tel progrès a pu être réalisé.

Bien que les contraintes comme les soucis de l'Ingénieur croissent avec le carré du nombre de tours, c'est le plus sûr moyen d'augmenter la puissance spécifique. Même pour des machines stationnaires devant fonctionner sans relâche pendant des années, l'endurance ne doit plus être obtenue par l'abaissement des vitesses de rotation. A ce sujet, je veux vous citer deux mesures qui nous ont permis d'avancer sensiblement dans les efforts que nous faisons pour pouvoir augmenter la

vitesse de rotation en gardant une sécurité de fonctionnement absolue.

L'équilibrage parfait est la première condition d'endurance de nos machines; or, malgré un montage très soigné, nous avons constaté qu'il était impossible avec les machines à équilibrer actuelles d'atteindre un degré suffisant. Cette question étant vitale pour nous, nous avons été obligés de construire une machine électronique spéciale avec laquelle nos machines sont équilibrées d'une façon beaucoup plus poussée qu'auparavant.

La limitation de la température devant la turbine doit aussi être contrôlée d'une façon très précise. Pour avoir une sécurité de fonctionnement absolue, nous avons mis au point un régulateur de température actionné par le courant des thermocouples amplifié convenablement. La température est ainsi maintenue à une valeur fixée avec une précision inférieure à 10°.

Après avoir fait le point actuel de la technique des turbines, nous allons passer aux applications de notre nouvelle machine.

— La turbine à gaz à deux étages accolés fut d'abord, comme je vous l'ai déjà dit, destinée à entraîner un alternateur à bord des avions (fig. 8). A l'origine, cette machine de 40 cm de diamètre, 60 cm de long, pesant 75 kg, devait développer 80 CV au sol.

Depuis, nous avons pu, dans le même encombrement et sensiblement le même poids, tirer deux modèles de turbines à gaz, une de 280 CV puis une de 400 CV.

Durant l'hiver 49/50 où nous manquions de courant, deux de ces turbines de 275 CV accouplées à deux alternateurs assuraient la marche correcte de l'usine (fig. 9).

Ce type de turbine est pareillement indiqué dans le cas où les variations de régime sont faibles. De telles turbines ont une sûreté de marche exceptionnelle. Ainsi, fin 50, nous avons fait un essai d'endurance de 1 000 h avec une de ces machines, entraînant un compresseur propulsif pour avion.

Dans les centrales électriques, la turbine à gaz peut concurrencer facilement les turbines à vapeur au prix de quelques complications comme la compression étagée avec refroidissement intermédiaire, la réchauffe entre les turbines et l'installation d'échangeurs de chaleur. Comme machine de pointe pour l'E. D. F., elle pourrait être avantageuse. Toujours prête à fonctionner, en quel-

ques secondes on peut obtenir la puissance maxi. Le poids total serait une faible fraction du poids d'une turbine à vapeur avec tous ses auxiliaires.

Avec un rapport de pression de 4,8 le rendement thermique d'une telle installation est d'environ 18 p. 100, mais ce chiffre n'a pour l'utilisation prévue qu'une importance secondaire. La dépense supplémentaire de combustible n'atteint pas au total les intérêts du capital engagé et l'amortissement d'une usine électrique à turbines à vapeur.

Pour la traction terrestre, la turbine à gaz sera à turbine motrice. La liaison entre le générateur de gaz et la turbine étant pneumatique, l'embrayage n'a plus son utilité et la forme de couple sensiblement linéaire variant de 1 à 3 entre la vitesse maxi et 0 permet dans la plupart des applications de se passer ou de réduire les changements de vitesse.

A titre d'exemple, une voiture pesant en charge 1 000 kg, équipée d'une turbine à gaz de 80 CV, pourrait sans changement de vitesse, gravir des pentes de 25 p. 100.

Pour la traction sur rail, la turbine motrice, que ce soit pour les automotrices rapides ou pour les locomotives, permettrait encore de gagner du poids en augmentant la facilité de conduite et la souplesse de fonctionnement.

Entraînant une pompe centrifuge par l'intermédiaire d'un réducteur, un tel groupe de pompage serait aisément transportable dans les grandes exploitations et permettrait aussi la mise en valeur de terrain inexploitable.

Bref, partout où un gain de poids dans l'installation motrice peut apporter un avantage, ne serait-ce qu'au point de vue prix de revient, la turbine à gaz remplacera peu à peu les autres solutions.

Nous passerons maintenant à un domaine particulièrement adapté aux turbines : la production d'air comprimé en grande quantité.

La turbine entraînant un compresseur séparé (fig. 10) axial ou centrifuge, peut trouver actuellement un débouché très important.

Nous l'avons d'abord expérimenté sur un hélicoptère de la S. N. C. A. S. O., l'Ariel. Le compresseur entraîné par la turbine fournit l'air comprimé qui est réchauffé et détendu en bout de pales.

Ce nouveau type d'hélicoptère à réaction est beaucoup plus simple que ceux à entraînement mécanique. Étant donné la faible autonomie demandée à ce type d'appareil, la solution avec turbine à gaz permet d'augmenter considérablement la charge utile. En plus de son utilisation normale, ce genre d'hélicoptère de construction simplifiée pourrait servir efficacement dans les colonies ou dans les chantiers inaccessibles où souvent les matériaux doivent être transportés à dos d'homme. Là encore, la consommation n'est qu'une question tout à fait secondaire.

Une autre application de ce groupe serait dans le soufflage de l'air dans les hauts fourneaux, la turbine utilisant peut-être comme combustible les gaz mêmes de ces hauts fourneaux. L'analogie serait complète avec l'installation actuelle où les pistons moteur entraînent directement le compresseur d'air, mais les poids seraient dans le rapport de 1 à 100.

De même pour le transport pneumatique des marchandises telles que grains et céréales. Au lieu d'un ensemble Diesel-Roots de 8 tonnes, un simple générateur d'air pesant 80 kg ferait le même travail.

C'est devant les perspectives d'utilisation croissante de l'air comprimé comme élément moteur pour tout usage que nous avons créé dernièrement une turbine spéciale excessivement simple et de grand débit spécifique. (voir fig. 11). Au lieu d'utiliser la puissance sur l'arbre comme dans les turbines normales, nous l'absorbons sur le compresseur qui est surdimensionné, c'est-à-dire que le débit du compresseur est approximativement de 60 p. 100 supérieur à celui qui passe dans la turbine. Une telle machine pesant 80 kg permet de débiter 1 kg/s d'air à une pression de 3,6 kg et à une température de 200° C. L'intérêt de cette solution, en plus de sa simplicité, réside dans la possibilité de variation de ce débit, le point figuratif sur le diagramme du compresseur se maintient toujours dans une région de bon rendement. Nous avons actuellement de nombreuses demandes de ces machines pour des utilisations très diverses.

Comme source d'air comprimé en montagne, l'ensemble monté sur un bâti formant réservoir peut facilement être transporté sur le lieu même de l'utilisation.

Sur la figure 12, le générateur sert au ré-

chauffage rapide des moteurs à piston d'avion. L'air comprimé à une température de 200° C est envoyé dans des manches entourant les cylindres du moteur. Au bout de 4 minutes de réchauffage, on a pu démarrer les moteurs sans avoir recours au starter.

Sur la figure 13, le générateur sert à vider un bassin. L'air est envoyé dans une pompe immergée SOCOMET et repousse l'eau qui alternativement remplit deux compartiments. L'installation permet de refouler 1 000 m³/h à 25 m de hauteur.

Dans le groupe Bouhadou (fig. 14) pour conditionnement d'air au sol, l'air comprimé est envoyé dans un échangeur et détendu dans une turbine entraînant un ventilateur. Suivant l'ouverture du by-pass on obtient à la sortie la température désirée qui est, automatiquement, maintenue constante par un régulateur.

Un tel groupe installé dans une camionnette sera prochainement livré à Air-France.

Le générateur d'air peut avoir un arbre moteur et donner de l'air comprimé ou fournir la puissance sur l'arbre.

Pour le démarrage des gros turbo-réacteurs des bombardiers multimoteurs, un tel groupe fournit l'air comprimé aux turbines servant de démarreur et ensuite peut entraîner un alternateur de bord lorsque les réacteurs sont allumés.

Nous abordons enfin la machine la plus simple, le réacteur dont les utilisations possibles ne sont pas qu'aéronautiques.

Les avantages du réacteur pour les grandes vitesses de vol ne sont plus à énumérer, mais il est intéressant de noter que même l'aviation civile peut trouver dans le réacteur un mode de propulsion économique pour les liaisons rapides.

Sur l'eau, lorsque la profondeur est trop faible ou qu'elle est encombrée d'objets divers, le réacteur apporte la solution idéale. Nous avons expérimenté un tel engin qui a donné d'excellents résultats au point de vue vitesse et maniabilité. Lors des récentes inondations, de tels bateaux auraient été d'un grand secours.

De même c'est un moyen intéressant de transport rapide sur neige. Le Turboski (fig. 15) a été ainsi essayé l'hiver dernier. Par suite du faible rapport poids/puissance, des pentes de 30 p. 100 peuvent être facilement gravies. Si, en France, il peut

servir au sport ou au secours en montagne, il devient un moyen de propulsion particulièrement adapté aux pays nordiques.

En plus de la propulsion pure, le réacteur est en lui-même un brûleur très intéressant par la grande quantité de combustible qu'il est capable d'absorber. Comme ce brûleur peut donner des gaz à une pression de 600 g, on pourrait ainsi économiser des kilomètres carrés de surface d'échangeur de chaleur, étant donné que nous avons de l'énergie sous forme comprimée et que la perte par frottement augmente la transmission de chaleur.

Pour la propulsion, le réacteur pur n'est intéressant qu'aux grandes vitesses de vol; aussi, pour les vitesses moyennes, nous avons été conduits à construire une nouvelle machine : le réacteur à double-flux.

Cette dernière création est celle qui par ses énormes possibilités doit avoir dans un proche avenir un succès grandissant.

Lorsque nous avons voulu utiliser notre petite turbine à gaz pour la propulsion des avions à faible vitesse, deux solutions étaient possibles : l'hélice ou le double-flux. Un examen approfondi nous a montré que pour les faibles puissances la solution avec hélice présente de grandes difficultés au point de vue réducteur et démarrage si l'on veut garder des poids spécifiques intéressants. Nous avons opté pour le double-flux (fig. 16) et avons repris l'idée déjà envisagée par Rateau et Metro Vickers : un compresseur axial absorbe la puissance de la turbine en le suralimentant et les deux flux, froid et chaud, sont détendus dans des tuyères communes ou non. La quantité d'air mise ainsi en jeu est 4 à 5 fois plus grande, la vitesse d'éjection beaucoup plus faible, le rendement propulsif est donc meilleur que pour le réacteur pur.

L'amélioration que nous y avons apportée fut d'équiper le compresseur axial à un étage de volets à circulation variable, ce qui nous donna une machine ayant des caractéristiques très intéressantes.

Propulsant le Gémeaux (fig. 17) construit par la société Fouga, la première machine au monde de ce type vient de terminer ses essais en vol et déjà les qualités exceptionnelles de ce type de propulseur ont été mises en évidence. La puissance de la machine dépend de deux variables : la vitesse de rotation et la position des volets d'entrée alors que dans

le réacteur pur la seule variable est la vitesse de rotation; aussi pour passer du ralenti au maximum il faut un temps de l'ordre de 5 à 6 secondes pour le réacteur, ce qui peut être catastrophique pour une prise de terrain difficile. Au contraire, avec le double-flux, la vitesse, durant tout le vol, est maintenue sensiblement constante et la seule variable est, en fait, la position des volets d'entrée. Instantanément, en agissant sur ceux-ci, on peut passer du ralenti au maximum de puissance. Cette possibilité de variation rapide a fait dire aux pilotes qui viennent de faire les essais que c'était une machine bien supérieure au réacteur pur, car les évolutions sont beaucoup plus faciles. Ce type de machine semble particulièrement bien adapté aux avions de transports rapides particuliers ou commerciaux. Bien que la consommation spécifique du double-flux soit supérieure à celle du moteur à piston classique, la consommation kilométrique, elle, est inférieure.

En effet, pour un quadriplace marchant à 450 km/h, ayant une autonomie de 1 000 km, on est conduit à prendre un moteur à piston de 300 CV pesant 650 kg, ce qui donne un avion d'un poids total de 2 600 kg, alors qu'en utilisant un double-flux pesant 160 kg on est conduit à un poids total de 1 260 kg, soit la moitié du précédent. Le prix de l'avion à double-flux serait aussi sensiblement la moitié de celui à moteur à piston et sa consommation de 30 p. 100 inférieure.

Dans toutes comparaisons des turbines à gaz avec les solutions classiques, il faut se méfier de prendre la consommation spécifique comme élément déterminant. Seule la conséquence finale c'est-à-dire le travail ou le service rendu en fonction du prix doit intervenir et partout on s'apercevra de la supériorité de la turbine.

Il en est de même pour la propulsion des hélicoptères à qui on demande une autonomie très faible, mais une grande charge utile. La consommation n'est qu'une question secondaire. Il y a déjà un gain à remplacer les moteurs à piston par des turbines à gaz et un autre pas a été réalisé en détendant à l'extrémité des pales les gaz même de la turbine, ou de l'air comprimé fourni par une turbine.

Là encore, le double-flux semble la machine la meilleure. Les résultats des premiers essais sont très encourageants, toujours à cause de la souplesse de la machine, de sa

facilité de conduite, de la suppression de l'hélice anti-couple, en un mot de sa sécurité.

Dans ce cas, le compresseur axial est à 2 étages avec une dilution de l'ordre de 1. A la sortie de la machine l'air froid et les gaz chauds sont mélangés avant d'être détendus en bout des pales de l'hélicoptère.

Le double-flux peut être adapté exactement à chaque utilisation. Pour la propulsion des avions de tourisme ou de transport, c'est-à-dire pour des vitesses allant jusqu'à 700 km/h, un compresseur axial à un étage est suffisant et suivant la vitesse envisagée seule changera la hauteur adiabatique. Pour d'autres besoins, il est possible de monter plusieurs roues axiales, toujours à volets réglables suivant le rapport de pression que l'on désire.

La même turbine peut donc servir à plusieurs fins et la gamme d'utilisation devient ainsi très étendue.

Quelle est la conclusion à tirer de tout ceci?

C'est d'abord que nous devons repenser les problèmes qui se posent, que l'on a trop tendance à résoudre suivant les méthodes classiques. Avec la venue au monde de la turbine à gaz qui offre de telles perspectives il devient nécessaire d'abandonner toute routine pour reprendre les problèmes à leur base, qui est toujours le rendement total, c'est-à-dire le prix total pour le service rendu et on s'apercevra que les consommations spécifiques comme nous l'avons vu, ne doivent pas être l'objectif premier. Les avantages qu'entraîne l'utilisation de la turbine ne sont pas aisément chiffrables et son domaine n'est pas exclusivement réservé aux grosses puissances.

Notre expérience nous prouve qu'on peut descendre actuellement jusqu'à 100/120 CV en maintenant correcte la valeur des rendements.

Les vitesses de rotation croissantes ne sont pas non plus un obstacle insurmontable. Nos petits réacteurs qui tournent à 37 000 t/mn ne nous ont pas donné plus de difficultés que ceux qui tournent à 20 000 tours. Déjà durant l'occupation nous avions construits de petits turbo-compresseurs qui tournaient sans défaillance à 65 000 t/mn.

Je voudrais maintenant pour terminer, anticiper un peu sur l'avenir en examinant le problème des transports rapides.

S'il est admis en aviation que pour se pro-

pulser économiquement il faut construire léger en faisant appel aux turbomachines, comme pour le *Comet*, pourquoi sur terre ces principes ne seraient-ils pas valables? Ce qui est faisable à 150 m du sol doit pouvoir être vrai sur terre et le rail a une occasion de prendre sa revanche.

Actuellement, une réalisation moderne, pourtant très intéressante a quelque chose cependant de logiquement anormal. Le train Talgo dont je veux parler, destiné aux transports confortables à de grandes vitesses, peut transporter 150 personnes à 150 km/h en utilisant des wagons ultra-légers, qui, au total pèsent 40 tonnes. Or, pour tirer ces 40 tonnes, on a besoin d'une locomotive de plus de 60 tonnes. Si on veut aller plus vite, la proportion serait encore plus grande. C'est une hérésie. Or, la vie moderne demandera de plus en plus l'augmentation des vitesses, aussi faut-il s'affranchir de la servitude de l'adhérence pour la traction.

Une solution très simple consisterait à utiliser des véhicules autonomes d'une centaine de places, propulsés, chacun par un ou plusieurs double-flux permettant une vitesse double du maximum actuellement atteint. La résistance au roulement sur rails n'étant qu'une très faible proportion de la résistance totale, un ensemble bien caréné avec portance négative augmenterait la stabilité de tels véhicules. Un tel engin, ne pesant pas plus de 20 tonnes, aurait des accélérations comparables à celles d'un avion et le double-flux donnerait, en renversant le sens des gaz, le freinage le plus puissant, le plus doux et le plus sûr. La dépense au km, voyageur ne serait pas plus élevée qu'actuellement et le remplacement par de tels véhicules du système actuel avec ses locomotives valant 1 000 fr le kg, diminuerait dans de grandes proportions l'amortissement du matériel.

En utilisant les possibilités du réacteur à double-flux, les problèmes de traction vont changer de physionomie puisque l'allégement, toujours rentable, ne sera pas freiné comme actuellement par des conditions d'adhérence ou de stabilité.

Il est temps de se rendre compte que la turbine à gaz nous apporte le moyen de résoudre économiquement et facilement des problèmes très divers. Son faible poids et sa simplicité permettront un prix de revient très bas si dès aujourd'hui on se lance hardiment

dans les problèmes à résoudre pour améliorer son rendement intrinsèque. S'il fallait 20 ans pour former un ingénieur de moteurs à piston, il suffit de 5 ans pour faire un technicien qualifié de turbines à gaz. Toutes les branches de l'industrie doivent collaborer, principalement la métallurgie qui doit nous donner des matériaux résistant à des températures toujours plus élevées.

Comme autrefois pour l'automobile, nous avons su prendre une place enviable pour les turbines à gaz de petites puissances et nous devons la conserver, car c'est un domaine plein de possibilités. C'est pourquoi, en économisant partout les matières premières, si précieuses, nos Ingénieurs doivent apporter à chaque problème la solution à turbine qui s'impose.

ILLUSTRATIONS

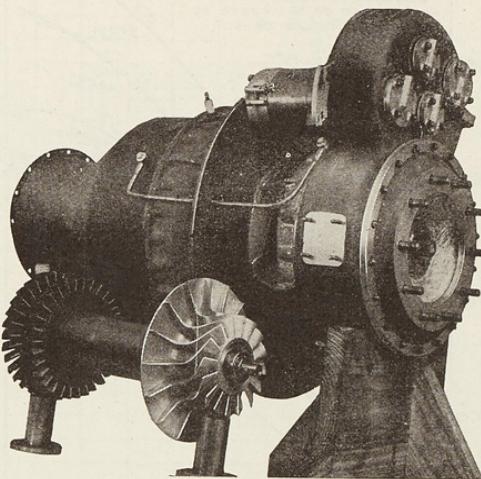


Fig. 1. — Turbine de 80 CV avec son ensemble tournant.

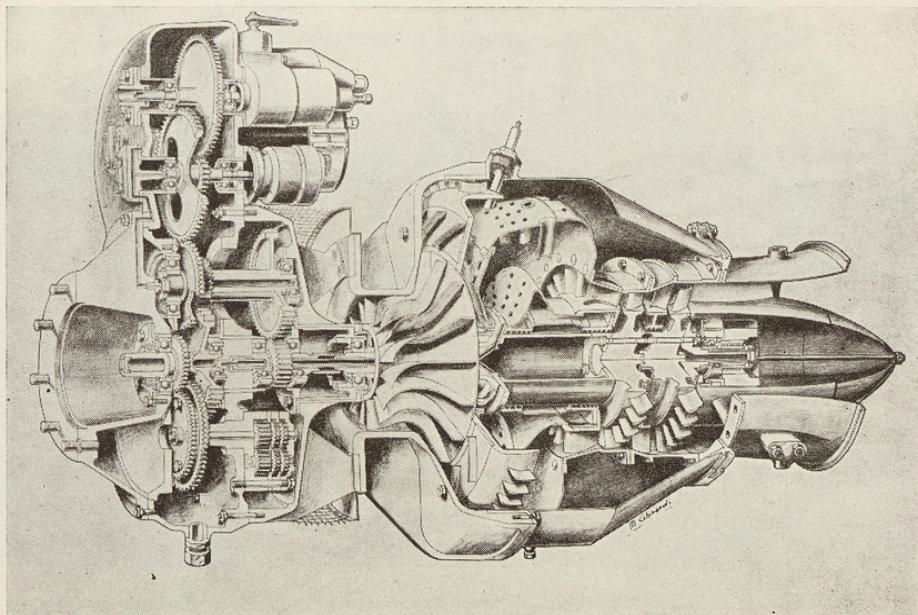


Fig. 2. — Coupe de la turbine à gaz.

L'Industrie nationale. — Avril-juin 1953.

4

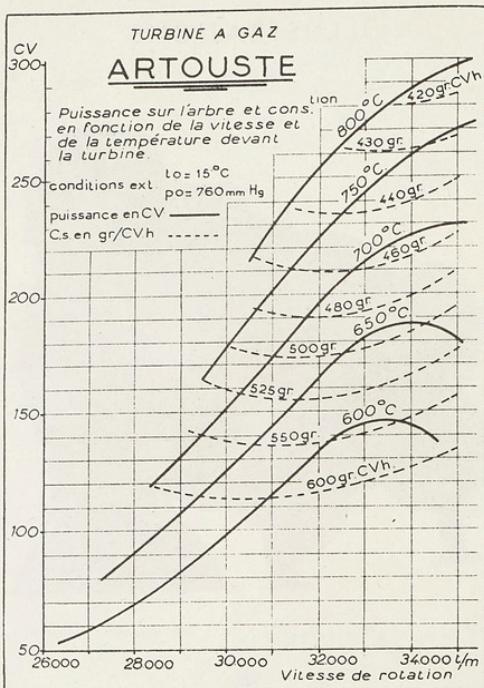


Fig. 3.

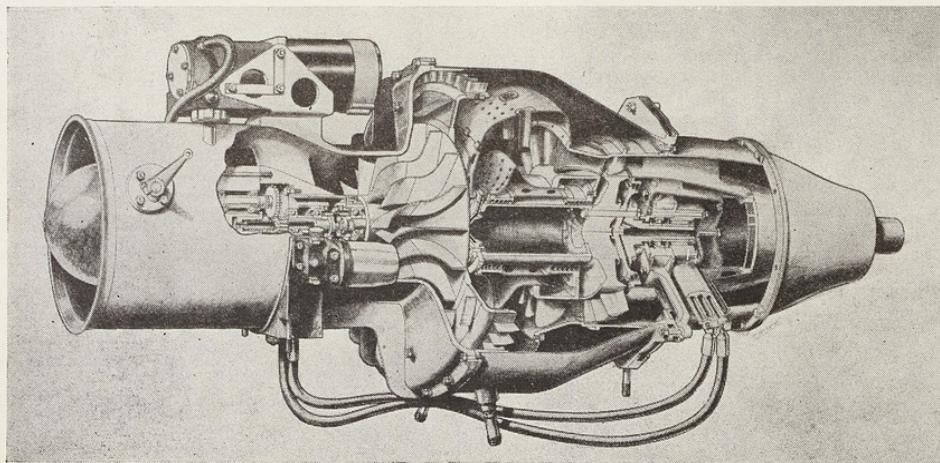


Fig. 4. — Coupe d'un réacteur.

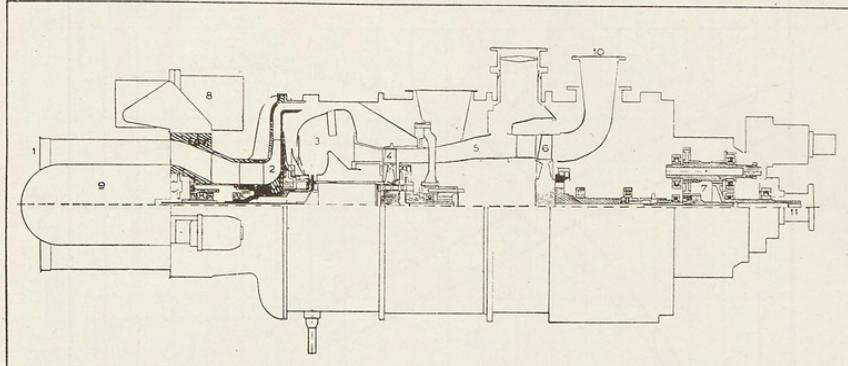


Fig. 5. — Coupe schématique de la turbine motrice.

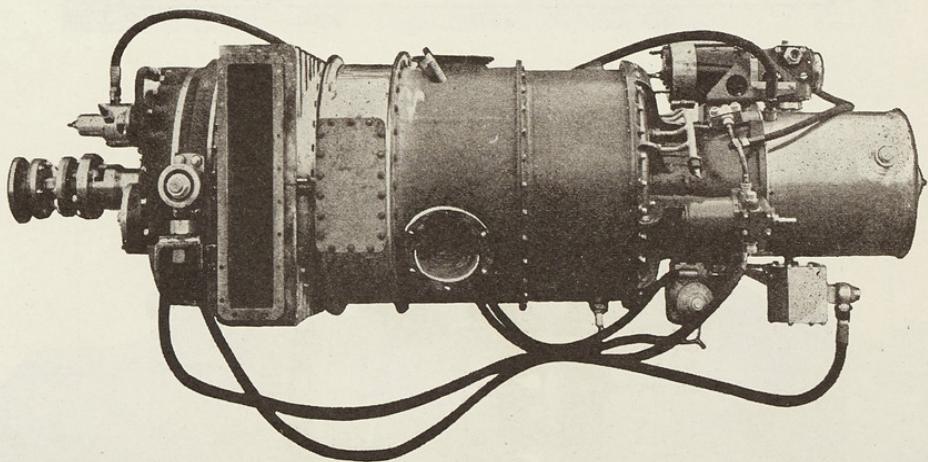


Fig. 6. — Turbine motrice.

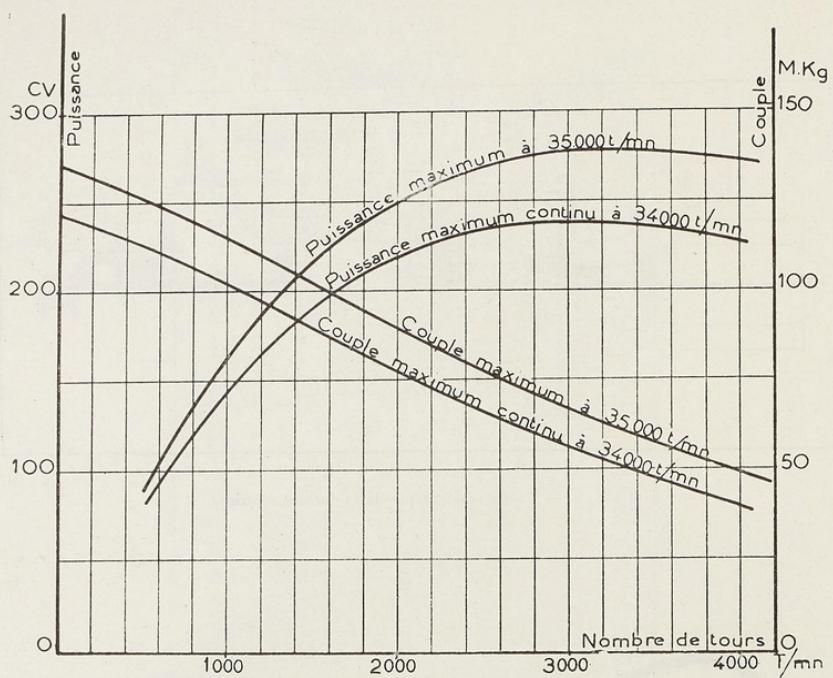


Fig. 7.

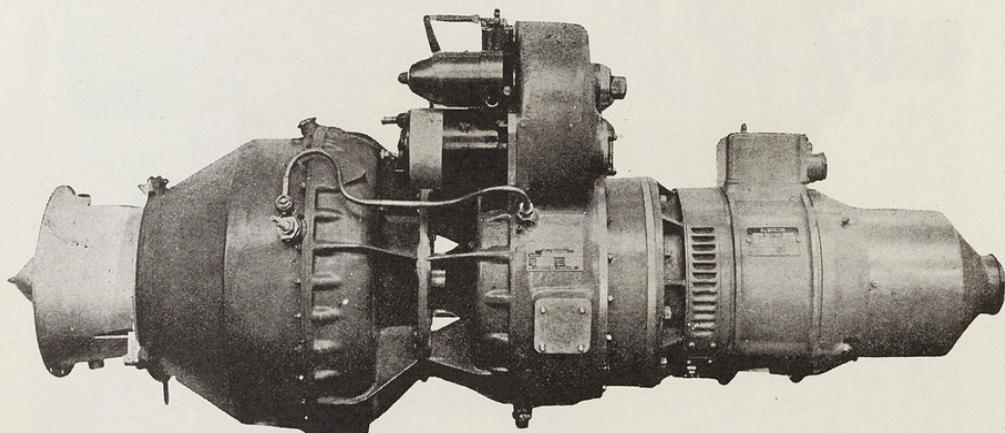


Fig. 8. — Turbine entraînant un alternateur pour avion.

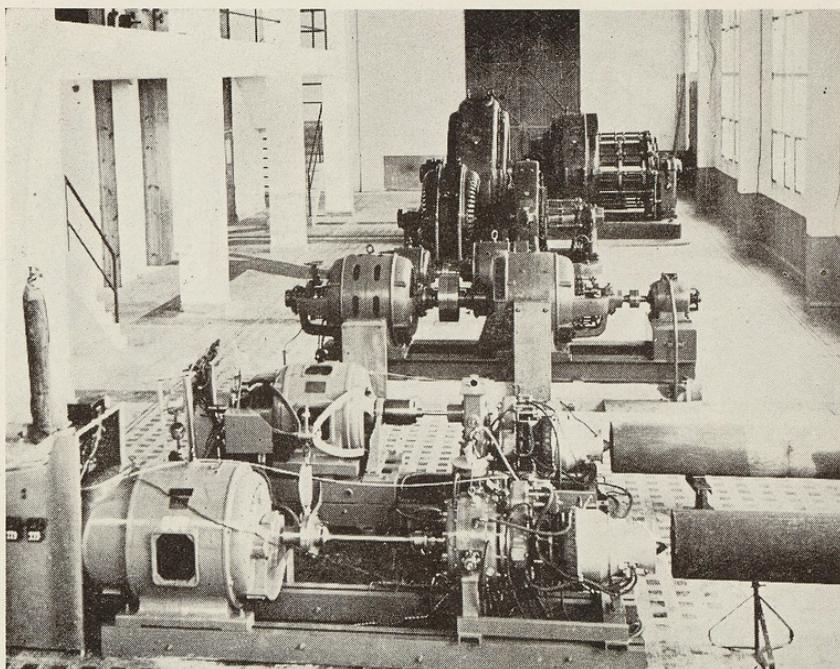


Fig. 9. — Deux turbines entraînent les alternateurs pour l'alimentation de l'usine.

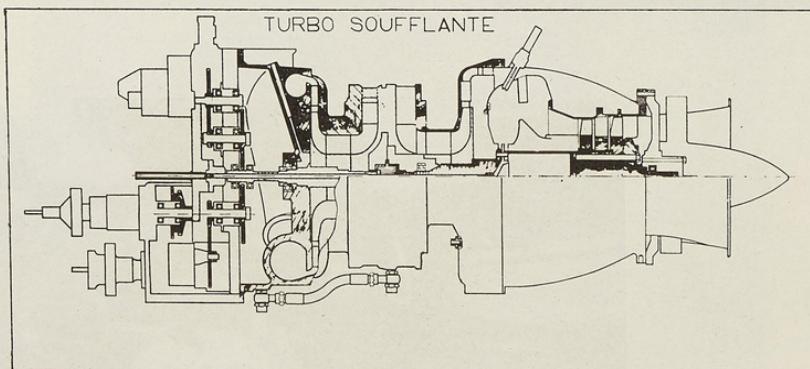


Fig. 10. — Turbine entraînant un compresseur centrifuge (groupe hélicoptère pour L'ARIEL).

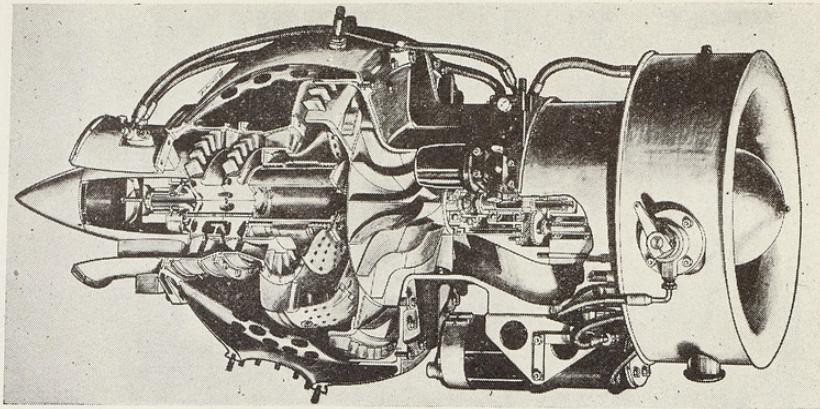


Fig. 11. — Turbine spéciale constituant un générateur d'air comprimé.

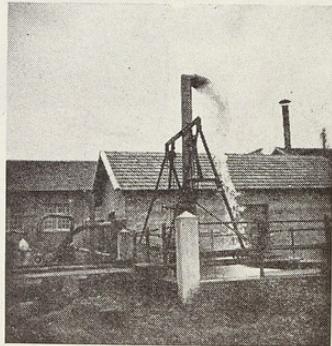
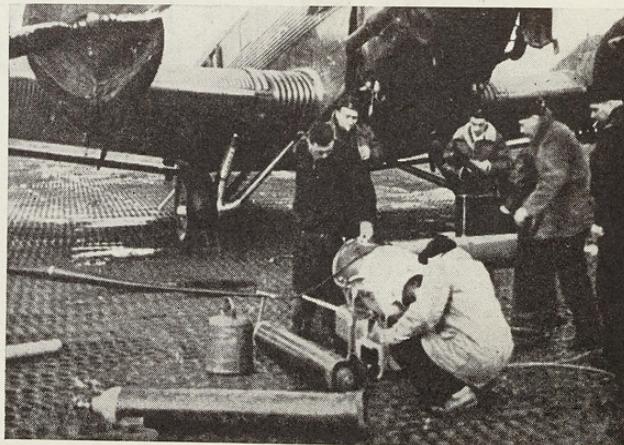


Fig. 12.

Fig. 13.



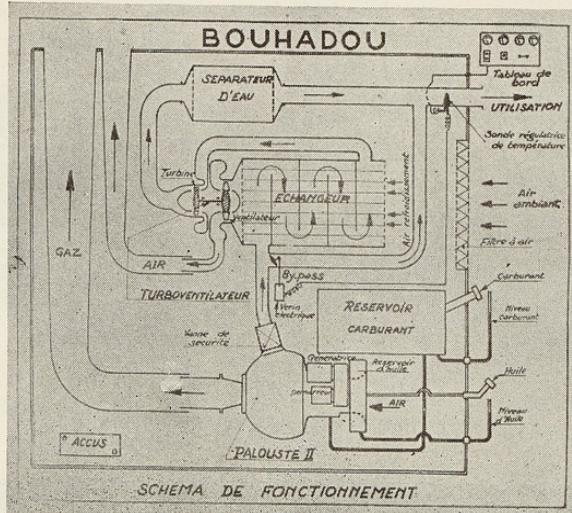


Fig. 14.



Fig. 15. — Le TURBOSKI.

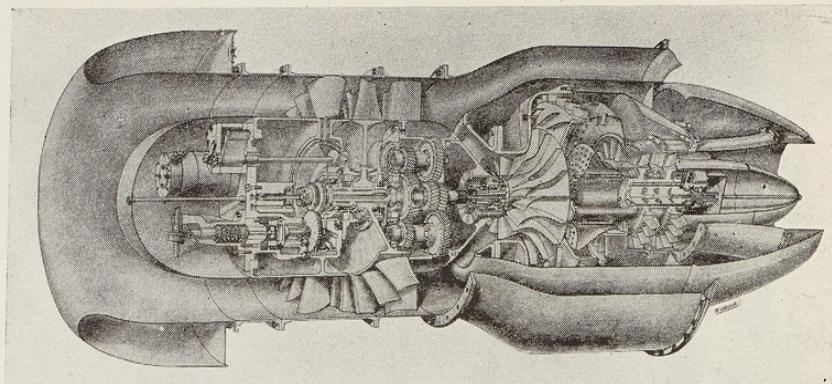


Fig. 16. — Coupe d'un turbo-réacteur double-flux.

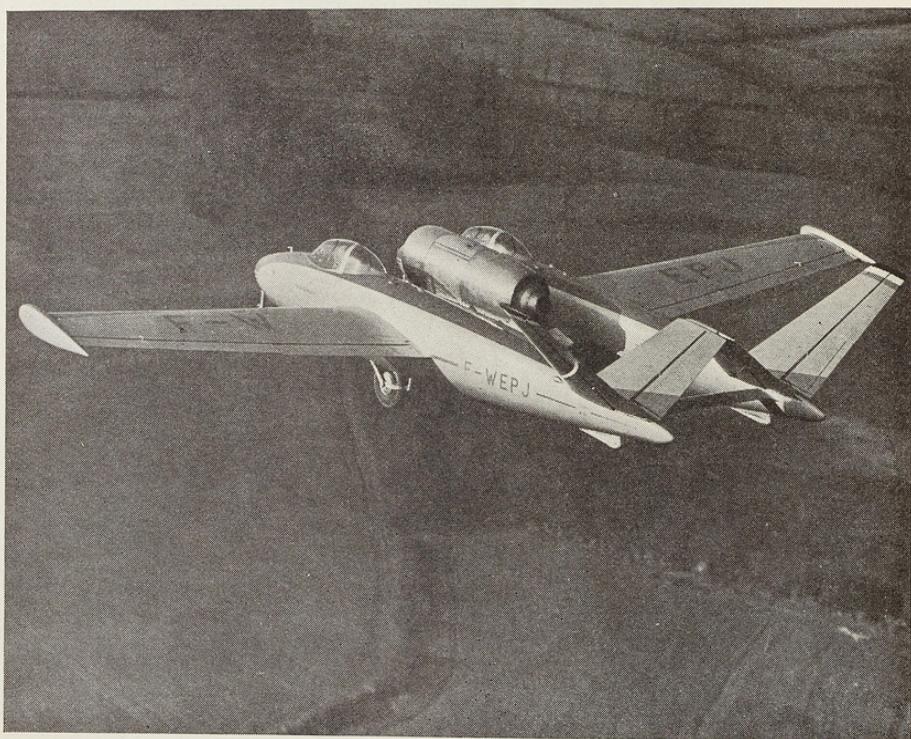


Fig. 17. — Avion Fouga GÉMEAUX.

(Photo « Informations Aéronautiques », F. Dengremont, photogr.)

Le Président de la Société, Directeur-Gérant : A. CAQUOT.

D. P. n° 10803.

Imprimé en France chez BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris. — 9-1953.

Cie DE FIVES-LILLE

POUR CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET ENTREPRISES

Société Anonyme au capital de 1.500.000.000 de Francs

7, Rue Montalivet, PARIS (8^e).

Tél. : ANJ. 22-01 et 32-40.

R. C. Seine 75 707.

INSTALLATIONS COMPLÈTES
DE SUCRERIES, RAFFINERIES, DISTILLERIES
MATÉRIELS POUR RAFFINERIES DE PÉTROLE

LOCOMOTIVES DE RÉSEAUX ET DE MANŒUVRE

CENTRALES THERMIQUES ET HYDRAULIQUES
CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES A GRANDE VAPORISATION
MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DE TOUTES PUISSEANCES

PONTS ET CHARPENTES MÉTALLIQUES
MATÉRIELS DE TRAVAUX PUBLICS
ROULEAUX-COMPRESSEURS - COMPRESSEURS D'AIR
MATÉRIELS DE BROYAGE, CONCASSAGE, CRIBLAGE
USINES A CIMENT, A CHAUZ, A PLATRE

H.G.D.

HUILES, GOUDRONS & DÉRIVÉS

Service Commercial :
10, rue Alfred-de-Vigny
Tél. Wagram 63-21 à 25

S. A. au Capital de 570.000.000 de francs
Siège Social : 10, rue Alfred-de-Vigny
PARIS (8^e)

Usines à Vendin-le-Vieil (P.-de.-C.)
Jouy-aux-Arches (Moselle)
Saint-Fons (Rhône)

MATIÈRES PREMIÈRES
pour l'Industrie Organique de Synthèse,
l'Industrie des Couleurs et Vernis
et les Industries diverses

GOUDRONS et dérivés
BRAIS DE HOUILLE
HUILES de houille 1^{er} types
NAPHTALINE brute et pure
ANTHRACÈNE brut et pur
PHÉNOLS et Grésols purs
MÉTACRÉSOL
PARACRÉSOL
FORMOL
MÉTHYLCYCLOHEXANOL

CYCLOHEXANOL
HEXAÉTHYLÉNÉTRAMINE
TRIOXYMÉTHYLÈNE
PHITALATES tous types
BENZOLS techniques et purs
LIANTS pour peinture
CARBONILEUM
CRÉSYL
GEDANTHROL
VERNIS noir et incolore

MATIÈRES PREMIÈRES
pour l'Industrie des matières plastiques et
MATIÈRES PLASTIQUES

ANHYDRIDE phthalique
FORMOL - PHÉNOL
CRÉSOLS - XYLÉNOLS
PLASTIFIANTS
RÉSINES de coumarone
RÉSINES GÉDÉLITE

RÉSINES Synthétiques
(diverses)
GEDOSOL
(400% phénolique)
GEDOPALS (oléo-solubles)

POUDRES A MOULER

" GÉDÉLITE " thermo durcissable

PRODUITS pour l'Industrie Pharmaceutique et la Parfumerie

CHLORURE DE BENZYLE
CHLORURE DE BENZOYLE
ACIDES BENZOIQUES
BENZOATE DE SOUDE
BENZONAPHTOL

BENZALDÉHYDE
ALCOOL BENZYLIQUE
BENZOATE DE BENZYLE
PEROXYDE DE BENZOYLE
ACETATE DE BENZYLE



Compagnie Générale de GÉOPHYSIQUE

Application des procédés tellurique,
électriques, sismiques, gravimétrique
aux recherches pétrolières, minières,
travaux de Génie Civil.

50, rue Fabert, PARIS (7^e)
Téléphone : INVALIDES 46-24

Compagnie Française de Raffinage

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6.000.000.000 DE FRS.

R. C. Seine n° 239.319 B.

SIÈGE SOCIAL : 11, rue du Docteur-Lancereaux, PARIS (8^e)

RAFFINERIE DE NORMANDIE

à GONFREVILLE-L'ORCHER (Seine-Inf.)

RAFFINERIE DE PROVENCE

à MARTIGUES (Bouches-du-Rhône)

Hauts Fourneaux
Forges et Aciéries de

POMPEY

61, rue de Monceau, PARIS (8^e) — Tél. : LAB. 97-10 (10 lignes)

USINES : { POMPEY et DIEULOURD (M.-et-M.)
MANOIR (EURE) — LORETTE (LOIRE)

ACIERS THOMAS, MARTIN et ÉLECTRIQUE
ACIERS FINS AU CARBONE et ACIERS ALLIÉS
ACIERS RÉSISTANT A LA CORROSION (acide et saline)
ACIERS MOULÉS A HAUTE TENEUR EN ÉLÉMENTS NOBLES
ACIERS FORGÉS (brides, pièces de robinetterie, pièces diverses)
ACIERS ÉTIRÉS et COMPRIMÉS
FONTES HÉMATITES — SPIEGEL — FERRO-MANGANESE

Tous Aciers de Construction et d'Outillage

APPAREILS DE LABORATOIRE
ET MACHINES INDUSTRIELLES

P. CHEVENARD

- pour l'analyse dilatométrique et thermomagnétique des matériaux;
- pour l'essai mécanique et micromécanique des métaux à froid et à chaud;
 - Essais de traction, de flexion, de compression, de dureté;
 - Essais de fluage (Traction-Relaxation) et de rupture;
 - Essais de torsion alternée;
 - Étude du frottement interne;
- pour l'étude des réactions chimiques par la méthode de la pesée continue;
- pour la mesure des températures et le réglage thermostatique des fours.

A. D. A. M. E. L.
4-6, Passage Louis-Philippe.
PARIS (11^e)

**CHANTIERS NAVALS
DE LA PALLICE**

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE FR. 250.000.000

29, RUE GALILÉE, PARIS 16^e Tél. KLE 81-90

RÉPARATIONS DE NAVIRES

DEUX CALES SÈCHES : 107 ET 176 M.

CONSTRUCTIONS NAVALES

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES
GROSSE CHAUDRONNERIE
FONDERIE

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CONSTRUCTIONS

BABCOCK & WILCOX

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 518.400.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 48, rue La Boétie, 48

PARIS (8^e) Téléphone : ÉLYSÉES 89-50

•

U S I N E S :

La Courneuve (Seine)

Cherbourg (Manche)

CHAUDIÈRES à VAPEUR - GROSSE CHAUDRONNERIE
RIVÉE ET SOUDÉE - MATÉRIELS POUR
RAFFINERIES DE PÉTROLE ET SUCRERIES

RÉSERVÉ A LA

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES

RHÔNE - POULENC

21, rue Jean-Goujon-Paris (8^e)

PRODUITS CHIMIQUES ET PHARMACEUTIQUES
MATIÈRES PLASTIQUES

Société Générale d'Entreprises

Société Anonyme au Capital de 1.356.250.000 francs

56, rue du Faubourg-St-Honoré, PARIS (8^e)

Registre du Commerce Seine N° 37.997

ENTREPRISES GÉNÉRALES en FRANCE, dans L'UNION FRANÇAISE et à L'ÉTRANGER

CONSTRUCTION ET ÉQUIPEMENT D'USINES HYDROÉLECTRIQUES
ET DE CENTRALES THERMIQUES

RÉSEAUX DE TRANSPORT D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION
ÉLECTRIFICATION DE CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS - ELECTROBUS

RÉSEAUX D'ÉLECTRIFICATION RURALE

USINES, ATELIERS ET BATIMENTS INDUSTRIELS

CITÉS OUVRIÈRES - ÉDIFICES PUBLICS ET PARTICULIERS

ASSAINISSEMENT DES VILLES - ADDUCTIONS D'EAU

ROUTES - CHEMINS DE FER - TRAMWAYS

AÉROPORTS - OUVRAGES D'ART

TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX

E N T R E P R I S E S

BOUSSIRON

10, Boulevard des Batignolles, PARIS-17^e.

ALGER - CASABLANCA - TUNIS

S. E. T. A. O. à ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

BÉTON ARMÉ
TRAVAUX PUBLICS
CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

PROGIL

Société Anonyme au Capital de 800.000.000 de Francs
10, Quai de Serin, LYON - 77, Rue de Miromesnil, PARIS

PRODUITS CHIMIQUES

CHLORE ET DÉRIVÉS - SOUDE - SOLVANTS CHLORÉS, HYDROGÈNES ET DESHYDROGÈNES - HUILES DIÉLECTRIQUES "PYRALÈNES" - SULFURE DE CARBONE - PHOSPHATES DE SOUDE MONO, DI ET TRISODIQUE - PYRO ET POLYPHOSPHATES - SILICATES DE SOUDE ET DE POTASSE - MÉTASILICATE - PARADICHLOROBENZÈNE - OXYDE D'ÉTAIN - CHLORURES D'ÉTAIN ET DE ZINC - ACÉTATE DE PLOMB - ACIDES OXALIQUE ET FORMIQUE, etc.

CRYPTOGILS ET XYLOPHÈNES POUR LA PROTECTION DES BOIS

LUTTE CONTRE L'ÉCHAUFFURE, LES PIQUURES D'INSECTES, LA MERULE
ET LE BLEUSSISSEMENT DES RÉSINEUX

SPÉCIALITÉS POUR LE NETTOYAGE DU MATÉRIEL LAITIER ET DE LA VERRERIE

"PROGICLAIRS" ORDINAIRES ET ANTISEPTIQUES

SPÉCIALITÉS POUR TEXTILE ET TANNERIE

ADJUVANTS POUR TEINTURE, IMPRESSION ET BLANCHIMENT - SPÉCIALITÉS "GILTEX" - TANINS VÉGÉTAUX ET SYNTHÉTIQUES - HÉMATINES - TITANOR - "CRYPTOTAN"

PRODUITS POUR L'AGRICULTURE

INSECTICIDES - ANTICRYPTOGAMIQUES - HERBICIDES

PAPETERIE

CELLULOSE DE CHATAIGNIER BLANCHIE - PAPIERS D'IMPRESSION ET D'ÉCRITURE

*Ingénieurs spécialisés et Laboratoires à la disposition de toutes industries.
Notices sur demande adressée à PROGIL, 10, Quai de Serin, LYON.*

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRO-CHIMIE D'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE ET DES ACIÉRIES ÉLECTRIQUES D'UGINE

ACIERS
PRODUITS CHIMIQUES
ALUMINIUM
MAGNÉSIUM
FERRO-ALLIAGES
ÉTAIN

SIÈGE SOCIAL : 10, RUE DU GÉNÉRAL-FOY - PARIS (8^e)

TÉLÉPHONE : LABORDE 12-75 - 12-76 - 18-40

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : TROCHIM-PARIS

SOCIÉTÉ FRANÇAISE de CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

CAIL

S. A. Capital 576 Millions

Siège Social

14, rue Cambacérès - PARIS (8^e)
Téléphone : ANJOU 50-95
Télégrammes : ANCICAIL-PARIS 123

Direction Générale & Usines

à DENAIN (Nord)
Téléphone : N° 6, 7 et 8
Télégrammes : ANCICAIL-DENAIN

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE SUCRERIES
DE CANNES ET DE BETTERAVES
LOCOMOTIVES - VOITURES MÉTALLIQUES
MATÉRIEL DE CHAUFFERIES

MOTEURS DIESEL "Licence FRANCO-TOSI"
MATÉRIEL DE CIMENTERIES - MATÉRIEL DE CONCASSAGE
MATÉRIEL MÉTALLURGIQUE - PIÈCES FORGÉES ET MOULÉES

GROSSE CHAUDRONNERIE — MÉCANIQUE GÉNÉRALE
TOLES FINES - TOLES DYNAMOS & TRANSFOS - TOLES GALVANISÉES

LES FILTRES DURIEUX

PAPIER À FILTRER

En disques, en filtres plissés, en feuilles 52×52



SPÉCIALITÉS :

FILTRES SANS CENDRES

N° 111, 112 et Crêpé N° 113 extra-rapide

Filtres Durcis n° 128 & Dureis sans cendres n° 114

Cartouches pour extracteurs de tous systèmes

PAPIER "CRÊPÉ DURIEUX"

Toutes Dimensions, pour Filtres-Presses. (Envoy d'échantillons sur demande)

Registre du Comm. de la Seine N° 722.521-2-3 Téléphone : ARCHives 03-51

MÉDAILLE D'OR de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (Juillet 1918)

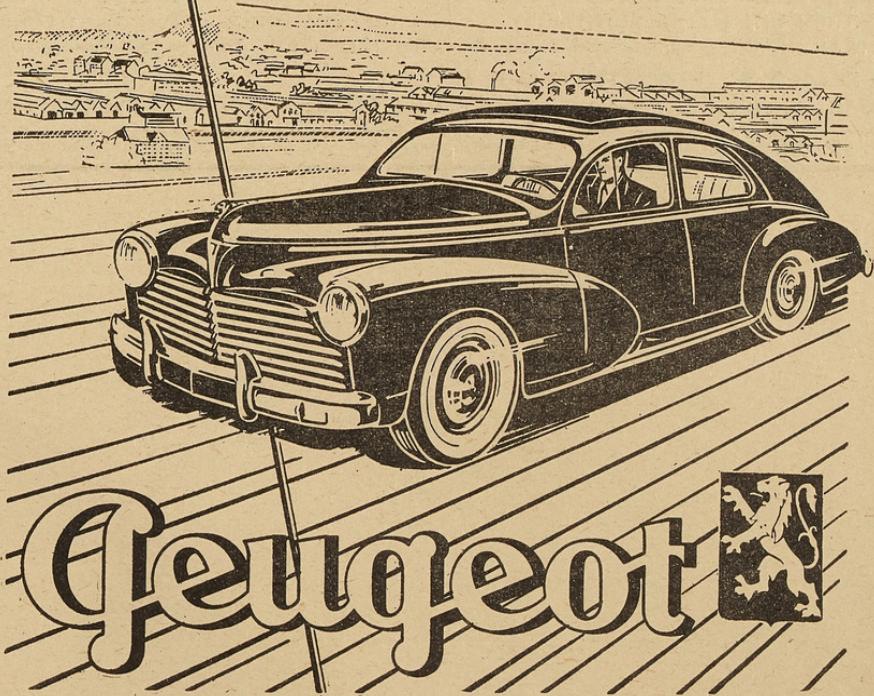
18, rue Pavée, PARIS (4^e)

Demandez le Catalogue donnant toutes les explications sur les emplois de mes différentes sortes



203

LA QUALITÉ
ENGENDRE
LE SUCCÈS



SOCIETE CHIMIQUE de la GRANDE PAROISSE

AZOTE ET PRODUITS CHIMIQUES

SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 311.045.000 FRANCS

SIEGE SOCIAL: 8, rue Cognacq-Jay - PARIS (VII^e) ♦ Tél.: INV. 44.30 à 44.38
R. C. Seine n° 43.002 Adr. Télégr.: GRANPARG-PARIS R. P. (A. Ouest n° 102)

INSTALLATIONS D'USINES :

SYNTHESE DE L'AMMONIAQUE (Procédé Georges Claude) ENGRAIS AZOTES HYDROGENE PAR CRACKING ET CONVERSION DES HYDROCARBURES
SYNTHESE DE L'ALCOOL METHYLIQUE RECUIT BRILLANT (Licence J. C. I.)
DISTILLATION A BASSE TEMPERATURE (des schistes, lignites, etc.) CRISTALLISATION DES SELS (Licence Krystal)

PRODUITS FABRIQUES :

AMMONIAC ANHYDRE :—: ALCALI A TOUS DEGRES :—: ENGRAIS AZOTES

USINES OU ATELIERS: GRAND-QUEVILLY (Seine-Inférieure) - WAZIERS (Nord) - FRAIS-MARAI (Nord) - PARIS, 25, rue Vicq d'Azir - AUBERVILLIERS (Seine), 65, rue du Lang

ÉTABLISSEMENTS **KUHLMANN**

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 6.100.000.000 de FRS
Siège Social : 11, rue de La Baume, PARIS (8^e)

★

PRODUITS CHIMIQUES

DÉRIVÉS DU SOUFRE - DÉRIVÉS DU CHLORE - PRODUITS AZOTÉS - DÉRIVÉS DU BARYUM - DÉRIVÉS DU BROME
DÉRIVÉS DU CHROME - DÉRIVÉS DU COBALT - DÉRIVÉS DU NICKEL - DÉRIVÉS DU CERIUM - DÉRIVÉS DU PHOSPHORE - LESSIVES - SILICATES - DÉRIVÉS DE L'ÉTHYLÈNE
DÉRIVÉS DU PROPYLÈNE - ALCOOLS DE SYNTHÈSE
HYDROCARBURES DE SYNTHÈSE

★

PRODUITS POUR L'AGRICULTURE

ENGRAIS PHOSPHATÉS - ENGRAIS AZOTÉS - ENGRAIS COMPLEXES - PRODUITS INSECTICIDES ET ANTICRYPTO-GAMIQUES - PRODUITS POUR L'ALIMENTATION DU BÉTAIL - AMENDEMENTS - HERBICIDES - DÉSINFECTANTS

★

PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES

RÉSINES SYNTHÉTIQUES - COLLES SYNTHÉTIQUES
MATIÈRES PLASTIQUES - TANINS SYNTHÉTIQUES
PRODUITS INTERMÉDIAIRES - PRODUITS AUXILIAIRES
INDUSTRIELS - PRODUITS R. A. L.

★

TEXTILES CHIMIQUES

RAYONNE VISCOSE - FIBRANNE VISCOSE - CRINODOZ

COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON

Société Anonyme au Capital de 1.985.850.000 Francs

SIÈGE SOCIAL : 173, BOULEVARD HAUSSMANN — PARIS (8^e)

R. C. Seine 60.343 - Téléph. Élysées 83-70 - Télégr. Elihu-42-Paris

GROUPE ELECTRONIQUE

Services Commerciaux :
4, rue du Fossé-Blanc, Gennevilliers (Seine)

DEPARTEMENT

RADIO-EMISSION

RADIODIFFUSION - RADIOCOMMUNICATIONS
TÉLÉVISION

HAUTÉ FRÉQUENCE INDUSTRIELLE

Usines : 4, rue du Fossé-Blanc, Gennevilliers (Seine)
45, rue de la Concorde, Asnières (Seine)

DEPARTEMENT

RADAR-HYPERFREQUENCES

TOUTES LES APPLICATIONS DU RADAR
ET DES HYPERFRÉQUENCES

Laboratoire et Usine :
41, rue de l'Amiral-Mouchez, Paris (13^e)

DEPARTEMENT TUBES

TUBES ÉLECTRONIQUES - TUBES IONIQUES
TUBES HYPERFRÉQUENCES

Usines : 6, rue Mario-Nikis, Paris (15^e)
45, rue de la Concorde, Asnières (Seine)

DEPARTEMENT FILS ET CABLES

FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES ISOLÉS

Services Commerciaux : 78, av. Simon-Bolivar, Paris (19^e)
Usines à Paris (19^e) et à Bohain (Aisne)

SOCIETE DES TREFILERIES LAMINOIRS ET FONDERIES DE CHAUNY

CUIVRE, ALUMINIUM,
ALMELEC EN FILS, CABLES, MÉPLATS
FILS ET MÉPLATS ÉMAILLÉS
FILS GUIPÉS POUR BOBINAGE
CABLES SPÉCIAUX • ROCAMIANTE SILICONE ,

Siège Social et Services Commerciaux :
47, rue La Bruyère, Paris (9^e)
Usine à Chauny (Aisne)

GROUPE PETIT MATERIEL

Services Commerciaux :
173, Boulevard Haussmann, Paris (8^e)

DEPARTEMENT

RADIO-RECEPTION

RÉCEPTEURS DUCRETET-THOMSON
MACHINES PARLANTES - SONORISATION
RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION

Usine : 37, rue de Vouillé, Paris (15^e)

DEPARTEMENT

ELECTRO-MENAGER

CHAUFFAGE ET CUISINE DOMESTIQUES ET
PROFESSIONNELS - APPAREILS MÉNAGERS
APPAREILLAGE - TUBES ISOLATEURS
CANALISATIONS ÉLECTRIQUES PRÉFABRIQUÉES

Usines à Lesquin-lez-Lille (Nord) et à Jarville (M.-et-M.)

DEPARTEMENT

ELECTRO-MECANIQUE

MÉCANIQUE MOYENNE DE PRÉCISION
MATÉRIEL ÉLECTRIQUE - FABRICATION
DE MATÉRIEL FRIGORIFIQUE

Usine : 74, Faubourg de Mouësse, Nevers (Nièvre)

COMPAGNIE GENERALE DE RADIOLOGIE

APPLICATIONS MÉDICALES ET INDUSTRIELLES
DES RAYONS X
TUBES DE RADIOLOGIE - POMPES A VIDE
APPLICATIONS INDUSTRIELLES DU VIDE

Siège Social et Services Commerciaux :
34, Boulevard de Vaugirard, Paris (15^e)
Usines : Boul. Gallieni et rue Camille-Dessouliens
à Issy-les-Moulineaux (Seine)

SOCIETE FRIGECO

RÉFRIGÉRATEURS ÉLECTRIQUES MÉNAGERS ET
COMMERCIAS - TOUTES LES APPLICATIONS
DU FROID

Siège Social : 38, avenue Kléber, Paris (16^e)
Services Commerciaux : 38, avenue Kléber
et 89, Boulevard Haussmann, Paris (8^e)